冊載晴雨：與 1926 年《遞信志—氣象篇》跨世紀對談工作坊

【場次二】走入課堂的氣象史料：跨學科教案開發

教案及學習單-成果

主題 5-臺灣的地震觀測

1. 教案：

單元名稱	臺灣的地震觀測	**實施年級與領域**	九年級～高中
教學節數	2節課（90 分鐘）	**教材來源**	遞信志26～29頁，整合九年級地球科學、歷史、地理課程。
核心素養	【總綱】A2 系統思考與解決問題、B1 符號運用與溝通表達、C2 團隊合作與多元理解。 【領域】自-J-A2、自-J-B1（波速差與警報原理）； 社-J-A2、社-J-B1（史料判讀與場址空間分析）。		
學習重點	**學習表現：** •【自然】[tr-IV-1] 能將知識連結至自然現象與數據；[po-IV-1] 能利用資訊科技收集地震數據進行探究。 •【歷史】[歷 1a-IV-1] 能理解歷史文本中人類對自然的觀察與紀錄；[歷 2b-IV-1] 能理解科技演進對社會之影響。 •【地理】[地 1b-IV-1] 能解析地震分布圖與斷層構造地圖；[地 2a-IV-1] 能評估環境災害對不同區域空間之風險。 **學習內容：** •【自然】[Db-IV-1] 板塊運動與臺灣地質構造；[Db-IV-2] 地震波（P/S波）傳播特性與等級；[Db-IV-3] 強震監測網與即時警報原理。 •【歷史】[歷 Ab-IV-1] 早期臺灣歷史發展與環境變遷；[歷Ca-IV-1] 日治時期近代科學機構成立（1896臺北測候所、格雷-米爾恩型普通地震儀、大森式水平地震儀、強震儀、1928威赫式地震儀至現代網絡）。 •【地理】[地 Db-IV-1] 臺灣地理環境（五大山脈、三大地震帶：東部、西部、東北部）與災害空間分布、都會區場址效應（臺北盆地、嘉南平原沉積層放大）。		
議題融入	【防災教育】地震潛勢與EEWS即時警報 【安全教育】地震防護：趴下掩護穩住。		

本教案與學習單為 2 小時跨域交流討論與經 AI 生成之成果忠實呈現，如需使用，請配合課程自行適度調修及進行試教與審查等相關事宜。

教學目標	1. 認知：能結合歷史史料（熱蘭遮城日記、裨海紀遊、日治觀測史）與地球科學（板塊擠壓、地震成因、規模與震度），說明臺灣地震觀測從「人體感官」演進至「儀器即時監測」的發展脈絡。 2. 以彈簧(直徑5公分，長度50公分以上)拉伸後，分別產生橫波與縱波，觀察並說明 P波 與 S波 傳播方式、波速差及強震即時警報（EEWS）原理。 3. 情意：能展現小組合作探究精神，並依據生活環境地理特性（五大山脈、三大地震帶、場址效應）提出在地化科技防災應變策略。
教學活動內容及實施方式	一、引起動機：穿越時空的地震震撼(10分鐘) 1. 情境導入:展示圖片說明 1999 年 921 大地震,播放強震影像及災後紀錄。 2. 核心提問：「在沒有儀器的時代，古人如何記錄地震？現代科技如何爭取避難黃金秒數？」 3. 說明主題：介紹本單元是結合歷史、地理與地球科學，探究臺灣地震觀測脈絡與地理環境特性。 二、進入主題（一）：(15分鐘) 【歷史發掘】從人體感官到儀器紀錄 1. 史料判讀：網路搜尋地震資料（1654熱蘭遮城日記、1694裨海紀遊、1906梅山地震、1935新竹臺中地震）中地震）。分析早期以人體身體感官與文字（如『地裂泉湧』、『房屋傾倒』）紀錄地震之局限。 2. 日治時期儀器觀測制度化： 1896年總督府成立「臺北測候所」，開啟臺灣地震觀測科學化與制度化序幕。 1897年引進「格雷-米爾恩型普通地震儀」，正式邁入儀器觀測時代。 1900年引進「大森式水平地震儀」與「強震儀」，建立初步地震觀測網與紙捲波形圖。 1928年於臺北測候所引進德國原廠「威赫式地震儀」，包含水平與垂直動），大幅提升微震與遠震觀測精度。 4.現代化地震觀測網：介紹戰後至現代中央氣象署建置之高密度全數位化地震觀測網、即時強震網與海底光纖電纜觀測系統--媽祖(MCHO)計畫。 二、進入主題（二）：【地理環境】臺灣地理環境、山脈、板塊與地震帶。(20分鐘) 1.地理環境與山脈構造：展示臺灣地形圖與五大山脈（中央山脈、雪山山脈、玉山山脈、阿里山山脈、海岸山脈）。說明菲律賓海板塊與歐亞大陸板塊強烈擠壓造成的造山運動與高山地形。 2.三大地震帶： 西部地震帶、東部地震帶、東北部地震帶。 3.臺灣歷史大地震回顧：深度解析1906梅山地震、1935新竹臺中地震（墩仔腳地震）、1999年921集集大地震、2016年高雄美濃地震及2024年0403花蓮地震之斷層破裂機制與災害影響。 二、進入主題（三）：【地科探究】地震成因、地震大小表示法與EEWS預警。(20 分鐘) 1. 地震成因：解析板塊運動積聚應力，導致岩層斷裂錯動釋放能量之機制。 2. 地震大小的表示方式：

本教案與學習單為 2 小時跨域交流討論與經 AI 生成之成果忠實呈現，如需使用，請配合課程自行適度調修及進行試教與審查等相關事宜。

	地震規模代表地震：釋放總能量大小，一次地震只有一個數值（如芮氏規模）。 地震震度：代表特定地點地面搖晃劇烈程度，隨距離及地質而異（介紹中央氣象署0~7級新震度階，含5弱/5強、6弱/6強）。 3. 震波實驗與強震即時警報（EEWS）： 利用微型彈簧模組（直徑5cm、長度50cm）進行操作，學生手動示範 P波（縱波，速度快、破壞小）與 S波（橫波，速度慢、破壞力強）之介質質點振動方向。 解析 EEWS 原理：利用「電波比地震波快」以及「P波比S波快」之特性，於S波到達前數秒至數十秒自動發布警報，爭取黃金應變秒數。 二、進入主題（四）：【地理防災】場址效應與在地化防災實踐。(15分鐘) 1. 盆地與沉積層場址效應：說明臺北盆地與嘉南平原鬆軟沉積層造成的震波放大與地形共振現象（盆地效應）。 2. 在地防災演練與規劃： 結合學校所在區域地質條件（如是否鄰近斷層帶或沉積盆地），規劃EEWS警報響起時之「趴下、掩護、穩住」安全避難動線。 檢視家庭緊急避難包準備清單與避難方式、避難場所。 三、總結與評量：系統整合與學習反思(10分鐘) 1. 跨領域觀點整合：引導學生回顧「歷史經驗 ➔ 地理環境 ➔ 地球板塊 ➔ 震波科技 ➔ 空間防災」的完整脈絡。 2. 形成性評量：完成跨領域素養學習單，含地震成因、地理環境、歷史判讀、疏散與避難方式。 3. 課後延伸：查詢住家附近土壤液化、斷層潛勢，與家人共同定訂防災逃生計畫。
教學省思	1. 跨領域整合效益：本單元成功串聯歷史史料（人體感官與日治地震儀）、地理環境（五大山脈與三大地震帶）與地科原理（震波傳播、規模震度與EEWS警報），有效建構系統防災素養。 2. 探究與實作經驗：學生透過微型彈簧模組實際產生 P波與S波，深刻體會波速差對警報爭取時間的關鍵意義。未來可進一步融入全域海嘯與國際地震災害之跨國地理比較。

2. 學習單：

臺灣地震觀測：跨領域防災素養學習單

跨領域學習：自然科學（地球科學）× 社會領域（歷史、地理）
適用對象：國中九年級學生 ｜ **學習時間**：90 分鐘（共 2 節課）
班級：_____ **座號**：_____ **姓名**：_____

標竿素養與學習目標

1. **認知**：能結合歷史史料（熱蘭遮城日記、裨海紀遊、日治觀測史）與地球科學（板塊擠壓、地震成因、規模與震度），說明臺灣地震觀測從「人體感官」演進

本教案與學習單為 2 小時跨域交流討論與經 AI 生成之成果忠實呈現，如需使用，請配合課程自行適度調修及進行試教與審查等相關事宜。

至「儀器即時監測」的發展脈絡。

2. **技能**：透過微型彈簧模組觀察 P 波與 S 波傳播方式與波速差，並能說明強震即時警報（EEWS）科學原理。
3. **情意與實踐**：小組合作探究，結合學校與住家地理特性（五大山脈、三大地震帶、場址效應）提出在地化科技防災應變策略。

單元一：【引起動機】穿越時空的地震震撼

【情境思考與提問】 觀看 1999 年 921 集集大地震紀錄影像後，請小組討論並回答下列問題：

1. 在沒有科學儀器的年代，古人主要依靠什麼方式記錄地震？這種方式有何優缺點？
2. 現代科技觀測與即時預警系統，最大的價值在於為人類爭取什麼？

答題區：

單元二：【歷史發掘】從人體感官到儀器紀錄演進

一、 史料文本判讀與科學化對比

閱讀《熱蘭遮城日記》(1654 年) 與《裨海紀遊》(1694 年) 等古籍中關於地震「地裂泉湧」、「房屋傾倒」之記載：

史料紀錄類別	文字描繪特點	科學紀錄上的局限性
早期古籍文字紀錄 （如熱蘭遮城日記、裨海紀遊）	依靠人體感官(視覺、聽覺、觸覺）與文學文字描繪。	1. 缺乏定量物理數據。 2. 具個人主觀描述偏差。 3. 無法進行自動化與即時警報發布。

二、 臺灣地震觀測演進時間軸（請標示關鍵儀器與特色）

1. **1896 年**：總督府成立「**臺北測候所**」，開啟臺灣地震觀測科學化與制度化序幕。
2. **1897 年**：引進「**格雷-米爾恩型普通地震儀**」，正式邁入儀器觀測時代。
3. **1900 年**：引進「**大森式水平地震儀**」與強震儀，建立初步觀測網與紙捲波形圖。
4. **1928 年**：於臺北測候所引進德國原廠「**威赫式 (Wiechert) 地震儀**」（含 X, Y, Z 三軸動分量），大幅提升微震與遠震觀測精度。
5. **現代 (CWA)**：中央氣象署建置高密度全數位化強震網與「**媽祖 (MCHO) 計畫**」海底光纖電纜觀測系統，延伸海域監測。

單元三：【地理環境】臺灣地質構造與災害空間分布

一、 板塊構造與地形基本觀念

1. 臺灣位於 **歐亞大陸板塊** 與 **菲律賓海板塊** 的強烈擠壓造山帶上。
2. 板塊擠壓造山運動形成的臺灣五大山脈為：**中央山脈、雪山山脈、玉山山脈、阿里山山脈、海岸山脈**。
3. 臺灣三大地震帶劃分為：**西部地震帶、東部地震帶、東北部地震帶**。

二、 臺灣歷史重大地震分析表

地震名稱	發生年份	主要震央 / 斷層區域	災害空間影響與歷史意義

梅山地震	1906 年	嘉義梅山斷層	促使日治時期加速地震研究與建築耐震規範。
新竹臺中地震（墩仔腳地震）	1935 年	屯子腳斷層、獅潭斷層	臺灣近代傷亡最慘重的地震之一，造成大量房屋倒塌。
集集大地震	1999 年	南投車籠埔斷層	芮氏規模 7.3，全臺災情慘重，促成 921 防災日與防災教育成立。
花蓮地震	2024 年	花蓮東部海域 / 斷層帶	東部地震帶強震，引發山區落石與花蓮多處建築傾斜。

單元四：【地科探究】震波特性、震度階與 EEWS 預警原理

一、 觀念釐清：「地震規模」 vs. 「地震震度」

比較項目	**地震規模 (Magnitude)**	**地震震度 (Intensity)**
物理意義	代表地震釋放的 **總能量大小**。	代表特定地點地面搖晃的 **劇烈程度**。
數值特性	一次地震只有 **一個數值**（如芮氏規模 7.3），不加「級」。	隨距離與地質而異，分為 **0~7 級**（含 5 弱/5 強、6 弱/6 強新震度階）。

二、 微型彈簧實驗：P 波與 S 波比較

地震波種類	**介質質點振動方向**	**波速**	**破壞力與搖晃感受**
P 波（Primary Wave）	**縱波（疏密波）**：質點振動方向與波傳方向平行。	較快（約 5~7 km/s）	破壞力較小，最先到達，呈現上下頓動感受。
S 波（Secondary Wave）	**橫波（剪切波）**：質點振動方向與波傳方向垂直。	較慢（約 3~4 km/s）	破壞力極大，後到達，引發強烈左右搖晃！

三、 思考題：強震即時警報 (EEWS) 能爭取黃金秒數的科學原理？

請說明 EEWS 如何利用「**電波 vs 地震波**」與「**P 波 vs S 波**」的速度差爭取應變時間：

解密重點：

1. 電波傳遞速度（約 30 萬 km/s，光速）遠快於地震波（每秒數 km）。
2. P 波速度快且破壞力小，最先被震央附近測站接收。
3. 系統即時計算震央與規模後，透過電波發布警報，在致災的 S 波到達前爭取數秒至數十秒黃金應變時間！

單元五：【地理防災】場址效應與在地化防災實踐

一、 都會區場址效應（盆地效應）

問：為什麼臺北盆地或嘉南平原在遠方發生大地震時，搖晃往往特別劇烈且持續時間較長？ **答**：地震波傳入盆地或平原的 **鬆軟沉積層** 時，波速變慢但 **振幅被顯著放大**，且震波在盆地底部基盤與地表軟弱層間多次反射與聚焦，引發地形共振。

二、 抗震保命三步驟實練檢核

- **趴下 (Drop)**：雙手雙膝著地，降低身體重心。 （□ 已完成演練）
- **掩護 (Cover)**：躲在堅固桌下，保護頭部與頸部。 （□ 已完成演練）
- **穩住 (Hold on)**：抓住桌腳維持穩定，隨桌子移動直到搖晃停止。 （□ 已完成演練）

三、 家庭緊急避難包準備清單

本教案與學習單為 2 小時跨域交流討論與經 AI 生成之成果忠實呈現，如需使用，請配合課程自行適度調修及進行試教與審查等相關事宜。

- **維生飲食**：飲用水（每人每日 3 公升）、高熱量乾糧/罐頭。
- **醫療防護**：急救藥品、個人常用藥、手套、口罩。
- **工具通訊**：手電筒、求救哨子、備用電池、行動電源。
- **避難地點**：住家附近避難場所名稱（ ）、家庭集合點（ ）。

單元六：跨領域總結與反思

【系統思考與學習反思】 回顧「**歷史經驗 ➔ 地理環境 ➔ 地球板塊 ➔ 震波科技 ➔ 空間防災**」的完整脈絡： 請用 100 字左右寫下：從歷史史料人體紀錄演進到現代科學預警，你認為「科學防災」對臺灣這座島嶼最重要的意義是什麼？你將如何在日常生活中實踐防災素養？

學習心得與實踐承諾：